



La revue francophone sur les fourrages et les prairies

The French Journal on Grasslands and Forages

Cet article de la revue **Fourrages**,
est édité par l'Association Francophone pour les Prairies et les
Fourrages

Pour toute recherche dans la base de données
et pour vous abonner :

www.afpf-asso.fr



AFPF - Maison Nationale des Eleveurs - 149 rue de Bercy - 75595 Paris Cedex 12
Tel. : +33.(0)1.40.04.52.00 - Mail : contact@afpf-asso.fr

Association Francophone pour les Prairies et les Fourrages

Effet combiné des techniques culturales et traitement chimique sur l'élimination des adventices et conséquences sur la croissance du sorgho fourrager (*Sudan Grass*)

M. Hamzaoui¹, M. A. Feddal¹, Z. Mohammedi¹, R. Labad¹

RESUME

L'objectif de ce travail est l'analyse de l'effet combiné des techniques de préparation du sol (travail du sol conventionnel et semis direct) et le traitement à l'herbicide sur la dynamique des adventices, et les conséquences sur la croissance et le rendement du sorgho fourrager (*Sudan Grass*). Les essais réalisés en 2017 - 2018 sur parcelle expérimentale ont montré qu'il y a un effet hautement significatif entre les deux facteurs (techniques culturales - traitement chimique) sur la densité et la biomasse des adventices. Ce qui signifie que la technique choisie a un effet important sur l'éradication des adventices. On a pu conclure que le labour est une opération de travail du sol qui a un impact destructeur efficace sur la flore adventice présente. La croissance du sorgho, que ce soit en hauteur ou en diamètre des tiges, dépend en grande partie de l'éradication mécanique ou chimique des adventices. Ces dernières livrent une rude concurrence au sorgho fourrager en le privant de lumière, d'eau et d'éléments nutritifs. Les rendements du sorgho fourrager estimés en matières verte et sèche montrent que l'effet de la technique culturale est plus important que celui du traitement à l'herbicide sur le rendement du sorgho fourrager. En effet, nous avons estimé un rendement sec atteignant en moyenne 3,7 t/ha dans les sols travaillés et traités à l'herbicide (TCT) contre 2 t/ha dans les sols non travaillés et traités (SDT). La lutte chimique a aussi engendré une augmentation du rendement, puisqu'on a enregistré un rendement en sec atteignant en moyenne 3,7 t/ha en TCT contre une moyenne de 1,3 t/ha pour les sols travaillés et non traités (TCNT). Pour le stock semencier des adventices, il apparaît que chaque technique culturale induit une évolution particulière de ce dernier. Le désherbage mécanique augmente le stock profond à long terme, contrairement au semis direct qui le laisse en surface.

SUMMARY

Combined effect of cultivation techniques and chemical treatment on weed control and consequences on the growth of forage sorghum (*Sudan Grass*)

The objective of this work is to analyze the combined effect of soil tillage (conventional tillage and direct seeding) and herbicide treatment on weed proliferation, and its consequences on growth and yield of forage sorghum (*Sudan Grass*). The tests carried out on an experimental plot have shown that there is a very highly significant effect between the two factors (soil tillage - herbicide treatment) on the density and biomass of weeds. This means that the chosen technique has a significant effect on the eradication of weeds. It was concluded that plowing is a tillage operation which has a positive impact on the destruction of weed flora. The growth of sorghum whether it be the height or the diameter of the stems, depends largely on the mechanical or chemical eradication of the weeds, as they compete fiercely with the forage sorghum by depriving it of light, water and nutritional elements. The results of the estimated green and dry yield of fodder sorghum show that the combined effect of mechanical (tillage) and chemical (herbicide treatment) control is greater. Indeed, we have an estimated yield reaching on average 3,7 t/ha in tilled and herbicide-treated soils (TCT) against 2 t/ha in herbicide-treated soils with direct seeding (SDT). The effect of chemical control was also observed with an increase in yield since a dry yield was recorded averaging out at 3,7 t/ha in TCT against an average of 2 t/ha for the tilled soils with no herbicide (TCNT). As for the weed seedbank, it appears that each tillage technique induces a particular evolution of it. Conventional tillage control increases long-term deep stock, unlike direct seeding which leaves it at the surface.

En Algérie, la Surface Agricole Utile (SAU) représente, en 2015, environ 3,5 % de la superficie totale du pays. Les fourrages naturels et artificiels (pacages et parcours non compris) occupent 8,6 % de la SAU (ONS, 2015).

Le déficit fourrager est chronique et l'alimentation du cheptel repose essentiellement sur les ressources fourragères et pastorales provenant des milieux naturels (parcours, maquis, jachère) (Abdelguerfi,

2006). Les fourrages cultivés sont localisés, en majeure partie, dans les zones humides et subhumides et couvrent moins de 17 % de la superficie réservée à l'ensemble des cultures herbacées. Les fourrages cultivés sont dominés par les fourrages utilisés en secs (plus de 81 %), principalement la vesce-avoine, alors que la luzerne et le sorgho sont peu représentés (1 à 5 % de la superficie cultivée) (Nabi, 2007).

AUTEURS

1 : Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA), ES1603, Laboratoire Maîtrise de l'eau en Agriculture, El Harrach, Alger

MOTS-CLES : Herbicide, travail du sol, semis direct, adventices, stock semencier, rendement, sorgho fourrager

KEY-WORDS: Herbicide, soil tillage, direct seeding, weed, seedbank, yield, forage Sorghum

REFERENCE DE L'ARTICLE : Hamzaoui M., Feddal M. A., Mohammedi Z., Labad R., (2021). « Effet combiné des techniques culturales et traitement chimique sur l'élimination des adventices et conséquences sur la croissance du sorgho fourrager (*Sudan Grass*) ». Fourrages, 246, 83-95.

On assiste ces dernières années à une introduction intensive du sorgho (*Sorghum Sudanense*) et du mil (*Pennisetum Glaucum* L. R. Br) dans les systèmes d'élevage du nord de l'Algérie où l'élevage est le plus concentré, au bénéfice des éleveurs laitiers qui pâtissent d'un déficit fourrager, principal frein à la production nationale en lait. Selon Chehat et Bir (2008), l'ampleur de ce déficit a atteint les 5,2 milliards d'unités fourragères (UF) en Algérie.

Malgré les potentialités de cette zone, les rendements du sorgho fourrager restent faibles (Merabet, 2015), ne dépassant pas les 3 t/ha (DSA, 2020), à cause de plusieurs facteurs dont les maladies, les insectes, les techniques culturales inadaptées ainsi que l'utilisation de variétés locales rustiques mais peu productives. Selon Bentahar (2013), les essais de désherbage et les enquêtes menés en Algérie ont tous mis en évidence l'importance du salissement comme un des facteurs biotiques principal responsable de la faible productivité des céréales et des cultures fourragères, notamment le sorgho fourrager.

Les adventices ont un effet négatif direct par compétition avec la culture vis-à-vis des éléments nécessaires à la croissance : eau, nutriments, lumière, espace de développement (Mbaye, 2013). Elles posent un problème de longue date pour les producteurs de sorgho (Stahlman et Wicks, 2000). Ce dernier est assez sensible à la concurrence des adventices, en particulier pendant les 30 premiers jours après l'installation de la culture (Wiese et al., 2017). Les résultats de quinze expériences de recherche menées de 2004 à 2012 montrent que le rendement du sorgho obtenu sans contrôle des adventices est de 2,95 t/ha, alors que celui traité chimiquement a atteint 7,1 t/ha. Dans les parcelles où 60 % à 80 % d'adventices ont été éliminées, le rendement obtenu était de 5,45 t/ha (Curtis et al., 2019). Par ailleurs, dans le cas d'une régulation mécanique ou chimique des adventices, les conditions météorologiques et l'état du sol sont des facteurs déterminants pour la réussite des interventions.

Bien que certaines adventices puissent se propager d'une façon végétative (rhizomes, stolons), c'est surtout le stock semencier dans le sol qui détermine la densité potentielle d'infestation.

Le stock semencier des adventices présent dans le sol réduit considérablement les rendements des cultures en cours ainsi que celles ultérieures, à cause de leur forte densité potentielle d'adventices. La viabilité de ces graines peut être réduite par la présence de prédateurs (enlèvement des graines) et les dégâts de micro-organismes (Cluzeau-Moulay et Grillet, 2007).

Dans un contexte d'introduction en masse des techniques culturales simplifiées comme le semis direct en sorgho fourrager, (Ould Aroussi, 2016), réussir à réguler la flore adventice se révèle être le plus grand défi des éleveurs algériens. En dépit de tous les avantages que présente le semis direct, notamment la couverture du sol par le mulch, qui a un effet améliorateur en

augmentant le rendement des cultures. Une telle observation a été faite par Yélémou et al., (2013) à Saria au Burkina Faso où les rendements du sorgho ont augmenté de 56 et 80 % pour les traitements 1,25 t et 2,5 t/ha de mulch par rapport au traitement sans apport de mulch. De pareilles augmentations de rendements du sorgho ont aussi été obtenues par Mesfine et al., (2005), à Melkassa en Ethiopie. Cette augmentation selon les différents auteurs serait due à l'augmentation de l'humidité dans les zones paillées, l'augmentation des teneurs en azote, carbone et phosphore. Un des principaux facteurs qui découragent actuellement l'adoption du semis direct en Algérie est la prolifération des adventices : dans une enquête nationale sur le semis direct, les principaux problèmes rencontrés par l'agriculteur avec ce système concernent la lutte contre les adventices, plus de la moitié des enquêtés estimant que c'était le plus grand inconvénient. Ce fait a été mis en évidence également lorsque l'on a demandé la raison pour laquelle ils avaient cessé de réaliser le semis direct, car plus d'un tiers des enquêtés ont dit que s'ils avaient décidé d'abandonner ce système de culture, c'était à cause de l'envahissement des adventices (Mohammedi, 2018). Plusieurs travaux affirment que le semis direct entraîne une concentration plus élevée de semences d'adventices en surface, ce qui peut favoriser des germinations potentielles plus importantes qu'en sol labouré (Dorado et al., 1999). Debaeke et Orlando (1994), affirment que le semis direct provoque une amplification du développement des vivaces comme le chardon et les liserons ainsi que de certaines graminées annuelles comme *setaria viridis*, *digitaria ischaemum* et *echinochloa crus-galli*. Le semis direct contribue largement à la propagation des adventices, et leur gestion est une composante principale du système semis direct (Farooq et al., 2011), (Barberi et Lo Casio, 2001). Giller et al., (2009) et Muoni et al., (2013) ont confirmé qu'un mauvais contrôle des adventices est le principal obstacle à l'adoption généralisée du semis direct. En effet, dans ce dernier, il se produit une évolution de la flore d'adventices. En premier lieu il se produit une sélection d'espèces, en petit nombre, qui ne sont pas bien contrôlées par l'herbicide de contact employé en pré semis. En deuxième lieu, il se produit une sélection d'espèces qui préfèrent végéter dans des sols peu modifiés par l'homme, et ainsi certaines espèces rudérales se voient favorisées, comme le brome (*Bromus* sp.). Cette espèce ne supporte pas l'enfouissement de ses semences, qui se dégradent rapidement, mais si on les laisse en surface, ce qui est le cas en semis direct, elles germent et s'enracinent facilement. (Hannachi, 2010).

En Algérie, le sorgho fourrager multicoque est cultivé en ligne avec un écartement de 20 cm, il est non seulement utilisé comme fourrage vert, en ensilage (conservation du fourrage en zone humide), récemment en enrubannage, mais aussi en guise de brise-vent pour protéger les cultures maraîchères contre les tempêtes de

sable dans le sud du pays. Les principales études réalisées ces dernières années ont porté principalement sur la caractérisation de quelques génotypes traditionnels de sorgho en vue de les introduire en Algérie, mais peu ou pas d'études ont porté sur les adventices du sorgho ainsi que sur leur gestion en semis direct. Pour bien penser la lutte contre les adventices, ce travail vise à analyser l'effet de deux types de lutte possible, mécanique (techniques de travail du sol) et chimique, sur la prolifération des adventices en vue d'améliorer les rendements du sorgho fourrager.

L'objectif de notre expérimentation consiste à évaluer la densité et la biomasse d'adventices de surface par rapport au stock semencier viable dans le sol, sous l'effet individuel ou combiné des techniques de préparation du sol et de lutte chimique, et les conséquences sur la croissance du sorgho fourrager.

1. Matériel et méthodes

1.1. Présentation des conditions de l'expérimentation

Les essais ont été réalisés sur deux campagnes agricoles, 2017 et 2018, sur une parcelle de la station expérimentale de l'École nationale supérieure agronomique (ENSA), à Alger. Elle se trouve à 24 m au-dessus du niveau de la mer ; entre les isohyètes 600 mm et 700 mm.

La texture du sol est limoneuse avec : argiles (A) : 19,85 %, limons fins (LF) : 18,65 %, limons grossiers (LG) : 15,32 %, sables fins (SF) : 18,5 %, sables grossiers (SG) : 26,17 %.

La culture installée pour nos essais est le sorgho fourrager variété Sudan Grass HYBRIDE-F1 d'origine pakistanaise, caractérisé par un pouvoir germinatif de 87 % et un poids de mille grains de 27 g. Le précédent cultural est une jachère non travaillée.

La pluviométrie enregistrée lors des campagnes d'étude (530 mm en 2017 et 600 mm en 2018), a été inférieure à la moyenne calculée sur 100 ans dans cette région (749 mm), soit 30 % de déficit. La pluviométrie la plus importante a été enregistrée entre les mois de novembre et de mars pour la campagne de 2017, alors qu'en 2018 ça a été entre janvier et avril, avant le semis du sorgho. Après, il y a eu un printemps sec, donc une pluviométrie insuffisante pour la culture en début de cycle. La quantité de pluie disponible pour les plantes, une fois les besoins en évaporation et en transpiration satisfaits, calculée par la différence entre les précipitations (P) et l'évapotranspiration potentielle (ETP), estimée selon la méthode de Oudin *et al.*, (2005), est mentionnée dans le tableau suivant :

Période	Pluie (mm)	ETP (mm)	Déficit (mm)
Du 30 avril au 30 juin 2017	20	311,4	-291,4

TABLEAU 1: Déficit hydrique de la zone d'étude durant la campagne d'essai de 2017.

Table 1: Water deficit in the study area during the 2017 test season.

La stratégie d'irrigation a été conditionnée par la disponibilité en eau et en matériel d'irrigation au niveau de la station expérimentale. Deux irrigations étaient possibles, et comme notre sol est profond, nous avons réalisé le premier tour d'eau au stade gonflement, et le second au stade épiaison-floraison.

Pour la fertilisation, nous avons procédé à un épandage à la volée d'engrais de fond après le semis, N P K (15,15,15) à hauteur de 300 kg/ha, équivalant à 45U de chaque élément par hectare, et d'urée 46 % d'azote (46U N) à raison de 100 kg/ha, soit un apport de 60 kg pour la superficie cultivée au stade fin de levée.

1.2. Dispositif expérimental

Tenant compte du microrelief de la parcelle qui est relativement plat, le dispositif expérimental adopté est de type factoriel bloc à deux facteurs étudiés avec trois répétitions (Figure 1).

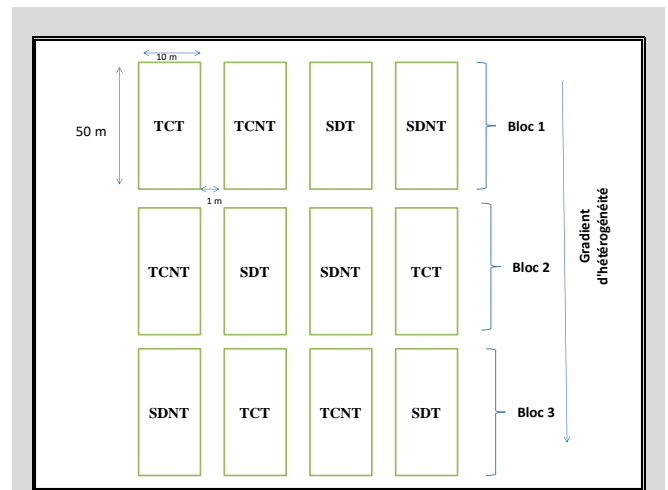


FIGURE 1 : Dispositif expérimental

Figure 1: Experimental device

Le premier facteur est la **technique de travail du sol** avec deux modalités :

- **TC** : Travail Conventionnel (15/04/2017). Travail du sol avec retournement à 30 cm de profondeur, à l'aide d'une charrue bisocs suivi d'un passage croisé de cover-crop (14 disques) et enfin un passage d'un vibroculteur pour l'ameublissement du sol.

- **SD** : Semis Direct. Pas de travail du sol et passage du semoir du semis direct.

Le deuxième facteur est le **traitement herbicide** avec deux modalités :

- **T** : avec traitement herbicide (11/04/2017). Deux traitements ont été réalisés : un désherbant total (Roundup) dont la matière active est le glyphosate, a été apporté avec une concentration d'un litre par 100 litres d'eau, combiné avec un désherbant sélectif (Damine) anti-dicotylédone à une dose recommandée de 0,7 l/ha.
- **NT**: sans traitement herbicide.

Le semis a été réalisé le 30/04/2017, à l'aide d'un semoir en ligne de type AGRIC PSM 30 attelé à un tracteur JOHN DEERE 5605 pour le travail conventionnel TC, et un semoir SEMEATO de type SHM 11/13 pour le semis direct SD.

La dose de semis choisie est de 30 kg/ha, avec une profondeur de semis de 3 cm selon les recommandations de INVA (2012).

Une fois le semis réalisé, il est conseillé d'effectuer un roulage pour assurer un bon contact de la graine avec le sol. Dans notre cas, on l'a évité à cause de la nature de notre sol qui est battant.

1.3. Méthodologie de mesure relative aux adventices

La première année d'expérimentation (2017) a porté sur les paramètres quantitatifs et qualitatifs des adventices (identification des espèces, densité, biomasse, efficacité de l'herbicide) ainsi que les paramètres liés au sorgho fourrager (hauteur, diamètre, rendement en vert et sec). La deuxième année (2018) quant à elle, a porté sur l'évaluation du stock semencier des adventices.

◆ Recensement des espèces adventices au cours de l'expérimentation

La technique de relevé floristique utilisée est celle du tour de champ, qui permet de connaître les différentes espèces de la parcelle de façon exhaustive (Lebreton, 2005). Elle consiste à « *parcourir la parcelle dans différentes directions jusqu'à ce que la découverte d'une espèce nouvelle nécessite un parcours important* » (Le Bourgeois, 1993). Le relevé a été effectué le 1^{er} avril 2017.

◆ Evaluation de l'efficacité des herbicides

Pour évaluer l'effet des traitements herbicides, les observations sont réalisées pour chaque parcelle, en référence aux témoins, selon l'échelle de E.W.R.S (European Research Society). Elle est basée sur l'évaluation du pourcentage de destruction calculé avec la formule suivante :

$$\text{Pourcentage de destruction (\%)} = \frac{X - X_1}{X} * 100$$

X : nombre d'individus par mètre carré de la parcelle témoin

X₁ : nombre d'individus par mètre carré de la parcelle traitée

Avec les échelons suivants :

- L'échelon 01 : 0 à 15 % de destruction
- L'échelon 02 : 15 à 35 % de destruction
- L'échelon 03 : 35 à 65 % de destruction
- L'échelon 04 : 65 à 85 % de destruction
- L'échelon 05 : 85 à 100 % de destruction

◆ La densité des adventices

A l'aide d'un cadre de 0,25 m² placé aléatoirement sur trois endroits de chaque micro-parcelle, nous avons compté le nombre d'adventices dans la parcelle, pour estimer l'enherbement à des intervalles de temps précis (21 jours). Les 5 prélèvements ont eu lieu les 10 avril, 29 avril, 20 mai, 10 juin et 1^{er} juillet 2017.

◆ Biomasse aérienne (g/m²)

A l'aide d'un cadre de 0,25 m² par micro-parcelle, nous avons prélevé l'ensemble des plants d'adventices. Les parties aériennes de ces adventices ont été mises à l'étuve à 90°C pendant 24 heures, puis pesées en sec. Ces échantillonnages ont été réalisés aux mêmes dates que pour les calculs de densité.

◆ Evaluation de la phytotoxicité des herbicides sur la culture

Elle se fait visuellement après l'application de chaque herbicide selon l'échelle de notation préconisée par la commission des essais biologiques C.E.B (1973), variant de 0 à 4.

- Echelon 0 : aucun dégât sur la culture
- Echelon 1 : retard de végétation par rapport au témoin (mais très léger)
- Echelon 2 : retard de végétation par rapport au témoin, brûlure sur feuilles, manque à la levée
- Echelon 3 : brûlure, destruction totale de la culture, manque à la levée
- Echelon 4 : destruction totale de la culture

En pratique, cette observation a été réalisée après l'application de l'herbicide (à 15 jours, 30 jours et 45 jours) sur l'ensemble des parcelles.

1.4. Evaluation du stock semencier des adventices

Six échantillons du sol (20×20×15 cm) ont été prélevés le 19 avril 2018, à l'aide d'une tarière (Delabays *et al.*, 2000). Les échantillons sont lavés à travers trois tamis de mailles 3,25 mm, 0,5 mm et 0,20 mm. Le refus du second tamis est étalé dans des terrines de 18 × 10 cm, remplies de terreaux stérilisés (Delabays *et al.*, 2000), pour les mettre à germer.

Les terrines sont installées dans une chambre de culture avec un cycle comprenant 14 heures d'éclairage à 21°C et 10 heures d'obscurité à 18°C. Dès que les parties aériennes des plantes apparaissent, on les met dans une serre expérimentale.

Durant huit semaines, les plantules germées sont identifiées et dénombrées tous les quinze jours. Pour lever la dormance des graines qui n'ont pas germé, nous les avons installées durant un mois à l'obscurité, à 4°C (Mayor *et al.*, 1994), puis elles sont remises en chambre de culture durant huit semaines ; les plantules germées sont alors identifiées et dénombrées. Les échantillons ont été brumisés une fois par jour pour éviter tout dessèchement.

1.5. Mesure des paramètres de croissance du sorgho

Les paramètres mesurés sur le sorgho fourrager sont :

- La hauteur des tiges est mesurée en cm à l'aide d'une règle plate ;
- Le diamètre des tiges est mesuré en cm à l'aide d'un pied à coulisse numérique ;
- L'estimation du rendement en matière verte (MV) exprimé en t/ha, a été déterminée au stade fin de montaison - début d'épiaison, par des prélèvements de fourrage vert à l'aide d'un couteau sur des échantillons de 1 m² au stade épiaison. La pose des carrés d'échantillonnage (50 carrés de 1 m² sur 500 m², soit 10% de la surface) s'est faite aléatoirement (utilisation de tables numériques). La matière verte récoltée est ensuite pesée et le rendement converti par ha ;
- Le rendement en matière sèche (MS) exprimé en t/ha, a été déterminé après séchage des échantillons de fourrage vert à l'étuve à 95°C pendant 3 jours. Les taux de matières sèches sont calculés à partir de la formule suivante : $MS (\%) = (Ps/Ph) \times 100$ où Ps est le poids sec de fourrage et Ph le poids humide de fourrage (en kg).
- L'effet des techniques culturales sur les différents paramètres a été étudié avec une analyse de variance, et une comparaison des moyennes à l'aide du test de Student au seuil 5 % a été réalisée.

2. Résultats et discussion

2.1. Analyses floristiques des adventices dans la parcelle d'étude

Le tableau ci-dessous représente la liste des adventices recensées dans notre parcelle en avril 2017 :

Nom latin	Famille	Nom commun	Classe
<i>Anacyclus clavatus</i>	Astéracées	Anacycle tomenteux	Dicotylédones
<i>Anagallis arvensis</i>	Primulacées	Mouron rouge	Dicotylédones
<i>Chenopodium album</i>	Chénopodiacées	Chénopode blanc	Dicotylédones
<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulacées	Liseron des champs	Dicotylédones
<i>Cyperus rotundus</i>	Cypéracées	Souchet rond	Monocotylédones
<i>Erigeron bonariensis</i>	Astéracées	Erigéron crépu	Dicotylédones
<i>Euphorbia peplus</i>	Euphorbiacées	Ésule ronde	Dicotylédones
<i>Fumaria officinalis</i>	Papavéracées	Fumeterre	Dicotylédones
<i>Lolium multiflorum</i>	Poacées	Ray-grass	Monocotylédones
<i>Medicago sativa</i>	Fabacées	Luzerne	Dicotylédones
<i>Papaver hybridum</i>	Papavéracées	Coquelicot	Dicotylédones
<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacacées	Pourpier maraîcher	Dicotylédones
<i>Senecio vulgaris</i>	Astéracées	Séneçon commun	Dicotylédones
<i>Sinapis arvensis</i>	Brassicacées	Moutarde des champs	Dicotylédones
<i>Solanum nigrum</i>	Solanacées	Morelle noire	Dicotylédones
<i>Sonchus oleraceus</i>	Astéracées	Laiteron maraîcher	Dicotylédones

TABLEAU 2 : Liste des adventices recensées au cours de notre expérimentation.

Table 2: List of weeds identified during our experiment.

La flore adventice de l'ensemble des prélèvements réalisés compte 16 espèces. Pour le secteur algérois, Abdelkrim (1995) compte 168 espèces dans les céréales. En effet, les études antérieures réalisées un peu partout en Algérie ont montré une richesse floristique à l'échelle des parcelles variant de 10 à 30 espèces, avec une moyenne de 15 espèces par relevé. Cette richesse floristique dépend de l'ancienneté du dernier désherbage réalisé au moment de l'observation (Lebreton *et al.*, 2005). Les espèces recensées se répartissent en 12 familles botaniques (Tableau 2). Les familles les mieux représentées sont les Astéraceae (4 espèces) et les Papavéracées (2 espèces), et les autres familles sont représentées chacune par une espèce. Cette dominance s'explique par la productivité élevée des semences, et la phénologie parfaitement adaptée aux cultures (Tanji *et al.*, 1984).

Les dicotylédones sont largement dominantes avec 14 espèces soit 87,5 % des espèces. Les Astéraceae y sont majoritaires avec 4 espèces, soit près de 25 % de la flore adventice. Hannachi et Fenni, (2012), considèrent que c'est la plus importante famille botanique en Algérie, puisqu'elle renferme 408 espèces réparties en 109 genres.

Les monocotylédones comportent 2 espèces, soit 12,5 % de la flore adventice, principalement représentée par les Poaceae. La présence de graminées au milieu d'une culture comme le sorgho (même famille botanique), traduit des phénomènes de compétition plus complexes au niveau des facteurs hydriques, nutritifs et d'espace, et rend en outre les éventuelles luttes chimiques ou culturales contre ces adventices plus difficiles (Barralis *et al.*, 1992).

Le type biologique pour l'ensemble des espèces recensées (Tableau 2) montre que les annuelles dominant, en formant 81 % (13 espèces) de l'effectif total. Ce fort taux des annuelles est typique des habitats culturaux souvent perturbés par des interventions agronomiques (Hannachi et Fenni, 2012), ce qui est bien le cas dans notre contexte d'étude avec une forte intervention humaine. Le travail du sol répété tend à avoir éliminé les espèces pérennes au profit des annuelles. La plupart des micro-thermiques* ou micro-eurythermiques** sont des annuelles d'hiver qui effectuent leur cycle biologique très rapidement, profitant des pluies d'automne et d'hiver pour germer ; elles accomplissent leur cycle avant la sécheresse estivale et passent ainsi l'été à l'état de graines.

*Les plantes microthermiques : ce sont les plantes qui poussent en général dans une altitude élevée et donc sous des climats froids et neigeux. Nous pouvons les retrouver dans les étages bioclimatiques alpins, subalpins et au sommet des montagnes.

** Les plantes eurythermiques : ce sont des plantes qui tolèrent une large gamme de températures pour la croissance et peuvent être transplantées du pays d'origine vers les tropiques ou vers les régions tempérées et plus froides.

2.2. Influence des techniques culturales sur la densité des adventices

Les figures 2 et 3 représentent la densité des adventices dans les parcelles travaillées et traitées (TCT), menées en semis direct et traitées (SDT), travaillées et non traitées (TCNT) et enfin non travaillées et non traitées (SDNT) tout au long de la campagne 2017.

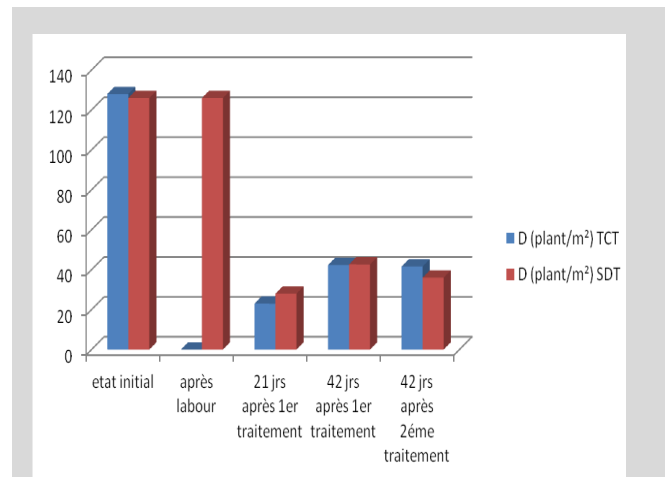


FIGURE 2 : Densité des adventices dans les parcelles traitées.

Figure 2: Weed density in treated plots.

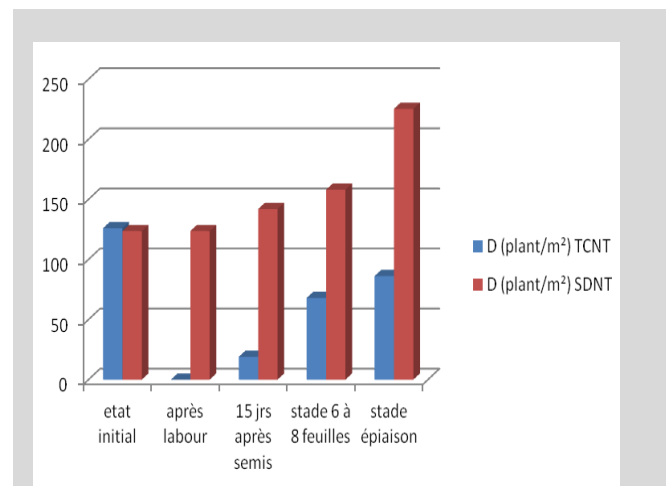


FIGURE 3 : Densité des adventices dans les parcelles non traitées, avec ou sans travail du sol.

Figure 3 : Weed density in untreated plots, with or without tillage.

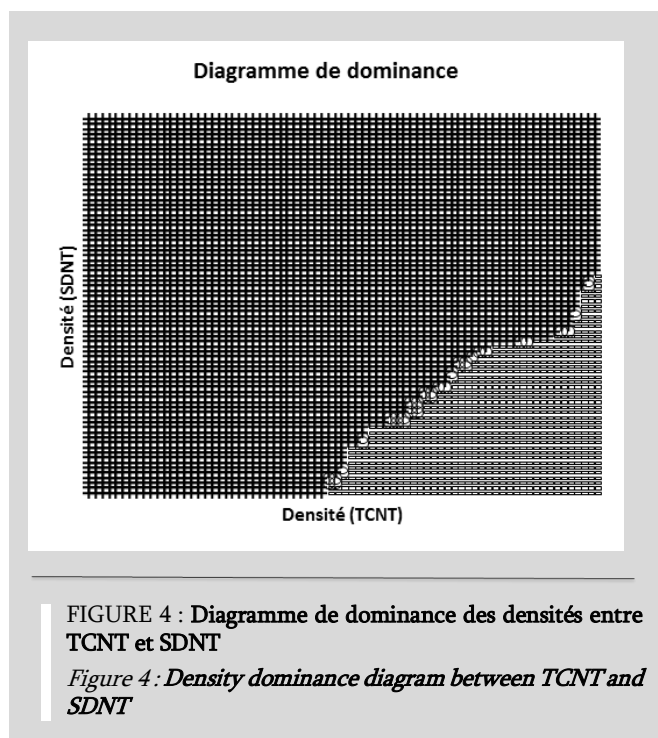
Le premier constat qu'on peut faire est que le labour a un effet destructeur sur les adventices. Les parcelles labourées où la densité était de 128 plants/m² (TCT) et 126 plants/m² (TCNT), ont des densités d'adventices réduites à néant, ce qui nous confirme que le labour est une opération de lutte mécanique efficace contre les adventices.

Quinze jours après le semis du sorgho, on a enregistré une densité de la flore adventice de 19 plants/m² pour TCNT et 142 plants/m² pour SDNT, soit une augmentation de 19 % pour les parcelles labourées, contre 13 % pour les parcelles en semis direct. Le développement d'adventices dans les parcelles travaillées peut être expliqué par la remontée en surface du stock semencier enfoui en profondeur, cette remontée en surface ayant permis la germination de

quelques graines d'adventices, tandis qu'en semis direct le stock semencier reste en profondeur.

En absence de traitement à l'herbicide, la technique de travail du sol classique (labour à 30 cm) a une importance capitale dans la maîtrise des adventices par rapport au système de semis direct où la flore adventice a envahi toute la parcelle, avec comme conséquence une concurrence accrue imposée à la culture mise en place.

L'analyse statistique montre un effet hautement significatif pour le facteur technique culturale sur la densité des adventices.



Les deux graphiques ci-contre permettent à la fois de visualiser les distributions des échantillons et les résultats du t-test (test de Student). Le diagramme de dominance permet de comparer visuellement les deux échantillons. Le premier échantillon est représenté sur l'axe des abscisses et le second sur l'axe des ordonnées. Ici, on peut voir que la densité des adventices est plus importante dans les parcelles menées en SDNT.

2.3. Influence des techniques culturales sur la biomasse des adventices

Les résultats de l'analyse de l'effet des techniques culturales sur la biomasse des adventices dans les parcelles traitées et non traitées sont présentés dans les figures 5 et 6 :

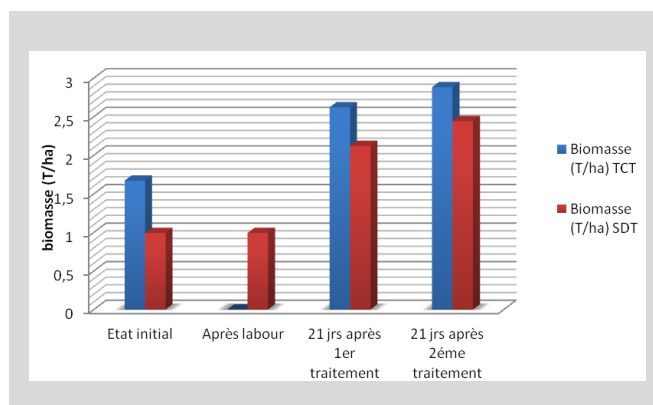


FIGURE 5 : Analyse de la biomasse des adventices pour SDT et TCT

Figure 5: Weed biomass analysis for SDT and TCT

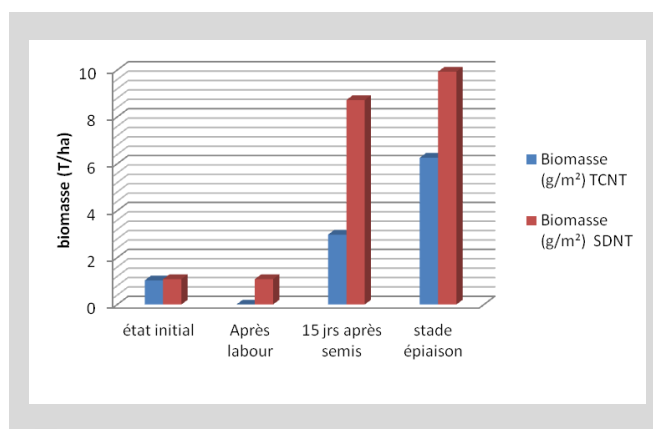


FIGURE 6 : Biomasse des adventices pour TCNT et SDNT

Figure 6: Weed biomass for TCNT and SDNT

On a vu que le labour a permis de détruire la totalité des adventices présentes sur la parcelle travaillée, ce qui correspond à une biomasse détruite de 1 t/ha.

Les parcelles travaillées ont été traitées une seule fois à l'herbicide contre deux pour celles en semis direct. Ceci a eu pour conséquence une biomasse d'adventices mesurée 21 jours après le premier traitement plus importante (+ 20 %) en travail conventionnel.

Dans les parcelles non traitées, l'effet de la technique culturale sur la biomasse des adventices est très fort. La biomasse passe de 1,08 t/ha avant le semis à 9,93 t/ha au stade épisaison, soit une augmentation de plus de 800 % pour SDNT, alors que TCNT enregistre une augmentation de 1 à 6 t/ha. L'analyse statistique a montré qu'il y a un effet hautement significatif des techniques culturales sur la biomasse des adventices (p -value < 0,001).

D'autre part, les résultats de l'analyse de la biomasse des mauvaises herbes sous l'effet du traitement à l'herbicide ont confirmé que la biomasse présente la même tendance que la densité. Dans les sols non travaillés, on constate que la biomasse atteint au stade épisaison une valeur de 993 g/m² en SDNT contre

244 g/m², soit une différence de plus de 750 g/m², donc l'effet du traitement est clair. Pour les sols travaillés, la biomasse semble être plus importante dans les sols non traités mais avec une différence par rapport au TCT de 340 g/m² au stade épiaison.

2.4. Analyse de l'effet du traitement à l'herbicide sur la densité des adventices

Avant d'analyser l'évolution de la densité des adventices selon les modalités, nous évaluons le degré d'efficacité de l'herbicide à l'aide de l'échelle E.W.R.S, méthode basée sur l'évaluation du pourcentage de destruction des adventices. Les résultats de l'évaluation sont mentionnés dans les tableaux 3 et 4 :

Stades	D (plant/m ²) SDNT	D (plant/m ²) SDT	% de destruction	Echelle
42 jours après 1er traitement	158,00	42,61	73	4
42 jours après 2ème traitement	225,33	36,00	84	4

TABLEAU 3 : Evaluation du degré d'efficacité de l'herbicide dans les parcelles en semis direct

Table 3: Evaluation of herbicide efficiency in no-tillage plots

Stades	D (plant/m ²) TCNT	D (plant/m ²) TCT	% de destruction	Echelle
42 jours après 2 ^{ème} traitement	86,13	41,60	52	3

TABLEAU 4 : Evaluation du degré d'efficacité de l'herbicide dans les parcelles en travail du sol classique

Table 4: Evaluation of herbicide efficiency in conventional tillage plots

Au vu des résultats de l'évaluation de l'efficacité de l'herbicide, on peut dire qu'il a eu un effet destructeur sur les parcelles menées en semis direct puisque l'efficacité est située à l'échelle 04.

Pour ce qui est des parcelles travaillées, l'efficacité est située à l'échelle 03, moins que le semis direct, cela est expliqué par le fait que les parcelles ont déjà subi une destruction mécanique, donc la différence entre les parcelles traitées et non traitées n'est pas aussi visible que lorsqu'on est en semis direct.

L'analyse de la variance ne montre pas un effet significatif du traitement sur la densité des adventices en travail conventionnel (la p-value calculée = 0,08 est supérieure au niveau de signification au seuil alpha = 0,05). On peut en déduire que le traitement à l'herbicide

n'a pas autant d'influence sur les adventices que le travail du sol *vs* le semis direct, pour lequel la maîtrise des adventices reste un problème crucial qui conditionne en grande partie la réussite de la culture.

2.5. Conséquences sur la croissance du sorgho fourrager

Pour quantifier la croissance de la plante, deux catégories de données ont été collectées, au stade fin montaison - début épiaison, il s'agit notamment de la hauteur et le diamètre des tiges.

Les résultats moyens de ces deux paramètres sont représentés dans le tableau 5 et la figure 7 :

	SDT	TCT	TCNT	SDNT
Hauteur des tiges (m)	1,37	1,60	1,08	0,98
Diamètre des tiges (cm)	0,95	1,07	0,94	0,76

TABLEAU 5 : Moyennes de la hauteur et du diamètre du sorgho fourrager.

Table 5: Average height and diameter of forage sorghum.



FIGURE 7 : Comparaison de l'évolution de la partie aérienne de la culture entre les deux techniques.

Figure 7: Comparison of the evolution of the aerial part of the crop between the two techniques.

Les hauteurs et diamètres des tiges donnent la même tendance, c'est-à-dire une meilleure croissance de la plante sur les sols travaillés par rapport à ceux menés en semis direct, et sur ceux traités à l'herbicide par rapport à ceux non traités. On mesure une différence de hauteur de 14 % entre TCT et SDT, 9 % entre TCNT et SDNT, un écart de 23 cm entre SDT et SDNT, et 10 cm entre TCT et TCNT.

Pour les diamètres des tiges, le travail du sol classique présente les meilleurs résultats, on a mesuré une moyenne de 1,07 m en TCT contre 0,95 m en SDT soit une différence de plus de 11 %. Même constat pour TCNT et SDNT, puisque le diamètre est 19 % plus important dans les sols travaillés.

L'analyse de la variance confirme aussi qu'il y a un effet très hautement significatif de la technique culturale

sur les paramètres de croissance de la culture, à savoir la hauteur et le diamètre des tiges avec des P-value < 0,0001.

Enfin, il apparaît clairement que la croissance du sorgho, qu'elle soit mesurée en hauteur ou en diamètre des tiges, dépend en grande partie de l'éradication (mécanique ou chimique) des adventices, ces dernières livrant une rude concurrence au sorgho fourrager en le privant de lumière, d'eau et d'éléments nutritifs.

2.6. Conséquences sur le rendement du sorgho fourrager

L'ensemble des résultats de l'analyse du rendement sont mentionnés dans le tableau 6 :

	TCT	SDT	TCNT	SDNT
RDT sec (t/ha)	3,7	2	1,3	0,7

TABLEAU 6 : Rendement estimé de la matière verte et sèche du sorgho fourrager pour le semis direct et le travail du sol conventionnel.
Table 6 : Estimated green and dry matter yield of forage sorghum for no-tillage and conventional tillage.

Les résultats du rendement estimé en vert et sec du sorgho fourrager montrent que les effets combinés de la lutte mécanique (travail du sol) et chimique (traitement à l'herbicide) sont importants, avec un rendement de la matière sèche atteignant en moyenne 3,7 t/ha en TCT contre 2 t/ha en SDT. La lutte chimique a aussi permis de quasiment tripler le rendement, avec un rendement en sec atteignant en moyenne 3,7 t/ha dans les sols travaillés et traités à l'herbicide contre une moyenne de 1,3 t/ha pour le TCNT. Pour les parcelles menées en semis direct, le constat est le même, le rendement dans les parcelles traitées est meilleur que dans celles non traitées à l'herbicide avec une différence de 2,6 t/ha (en vert).

L'analyse de la variance a montré un effet hautement significatif des facteurs technique culturale (P value < 0,005) et traitement à l'herbicide (P value < 0,04) sur le rendement du sorgho fourrager. Il faut aussi noter que, statistiquement, l'effet de la technique culturale est plus fort que celui du traitement à l'herbicide sur le rendement du sorgho fourrager.

Il existe de nombreux résultats, dont certains déjà très anciens, permettant d'évaluer l'action globale du labour à la charrue sur la production des céréales (Charreau et Nicou, 1971 ; Nicou, 1977 ; Nicou *et al.*, 1993). Les techniques culturales ont une influence profonde et certaine sur la forme et le développement des racines, car elles touchent de nombreux aspects de l'environnement racinaire, à savoir : l'humidité et la température du sol, l'espace entre les pores, la concentration en oxygène, la répartition des matières organiques, la mobilisation des substances nutritives et

la configuration physique des sols en surface. Ce qui impacte le rendement de la culture en place.

La modélisation du rendement (RDT) en relation avec la teneur en eau mesurée tout au long de la campagne d'étude (H%), la densité des adventices (d.m.h), et le diamètre des tiges (D) nous donne la relation suivante :

$$RDT (SD) = 14,96 + 0,10 \cdot D.m.h (SD) - 1,26 \cdot H\% (SD) - 11,70 \cdot Diamètre (SD)$$

avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,89$.

Les variables densité des adventices, humidité et diamètre des tiges permettent d'expliquer 89 % de la variabilité du rendement et elles ont un effet certain sur le rendement dans les parcelles menées en semis direct. Pour les parcelles travaillées, on n'a pas pu obtenir un modèle explicatif comme celui en semis direct. La maîtrise des adventices est un facteur très important à mettre en considération pour la réussite du sorgho fourrager en semis direct.

2.7. La répartition du stock semencier dans les deux horizons du sol en fonction des techniques culturales adoptées

Pour le nombre total des adventices présentes dans le stock semencier, l'analyse de la variance indique une différence hautement significative entre modalités pour l'effet des techniques culturales, et hautement significative pour l'effet combiné des techniques culturales avec l'horizon du sol (Tableau 7).

		Moyenne (grains /m ²)	Moyenne générale (grains /m ²)	Probabilité
Travail conventionnel	H1	166,67	436,16	Technique culturale F1 0,04389 ***
	H2	500,00		
Semis direct	H1	966,67	111,11	interaction F1*F2 0,00168 ***
	H2	111,11		

***: effet hautement significatif. N.S: effet non significatif, H1 : Horizon 1 (0 à 15 cm), H2 : Horizon 2 (15 à 30 cm)

TABLEAU 7 : Résultats d'analyse de la variance et moyennes de la densité de graines d'adventices sous l'effet des techniques culturales, selon les horizons du sol.
Table 7: Results of analysis of variance and averages of weed seed density under the effect of cultivation techniques, depending on soil horizons.

La moyenne générale est de 436 graines/m², le stock semencier le plus faible est observé dans le deuxième horizon de la parcelle conduite en semis direct, avec 111 graines/m² et le stock semencier le plus élevé est de 967 graines/m², pour le premier horizon de la parcelle en semis direct, dont la densité est la plus élevée (Figure 8).

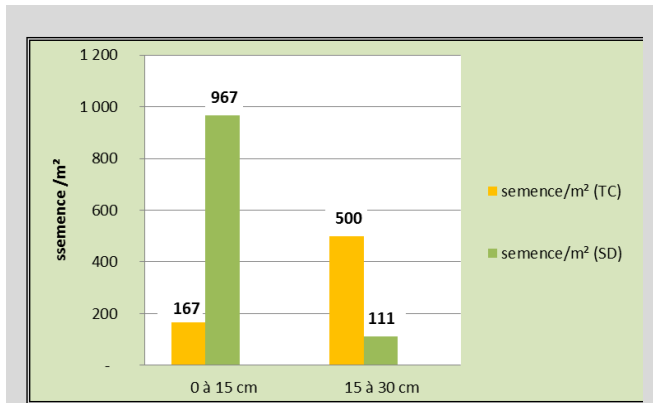


FIGURE 8 : Comparaison du stock semencier dans les deux horizons des parcelles de l'essai.

Figure 8: Comparison of the seed stock in both horizons of the trial plots.

Les techniques culturales ont un impact sur la distribution verticale des graines d'adventices dans le profil du sol. Après labour, on observe leur localisation préférentielle entre 10 et 15 cm de profondeur (Figure 9a).

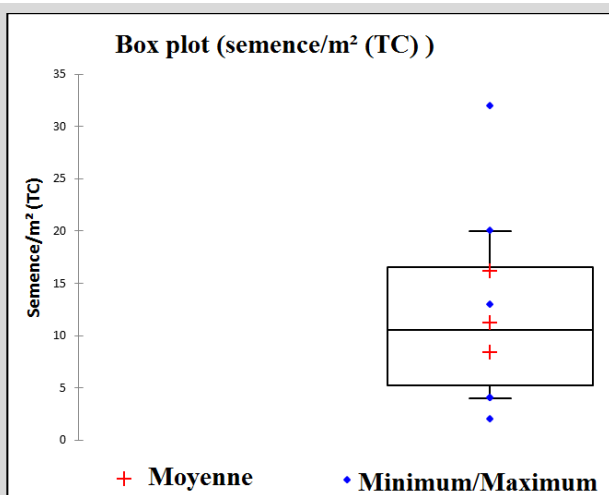


FIGURE 9a : Boîte à moustache correspondant au nombre de semences/m² en travail conventionnel.

Figure 9a: Box plot corresponding to the number of seeds/m² in conventional work.

En semis direct, la localisation des semences devient de plus en plus superficielle avec le temps, notamment si le désherbage est imparfait : l'essentiel des semences se rencontre entre 0 et 15 cm avec 967 grains/m² (Figures 9b).

Donc de façon générale, le semis direct favorise la remontée des semences en surface, alors que le labour, en mélangeant les différents horizons du sol, transporte les graines en profondeur et les prive de germination, sauf pour quelques espèces aux graines relativement

grosses, qui germent à une profondeur bien plus importante (plus de 20 cm pour la folle avoine).

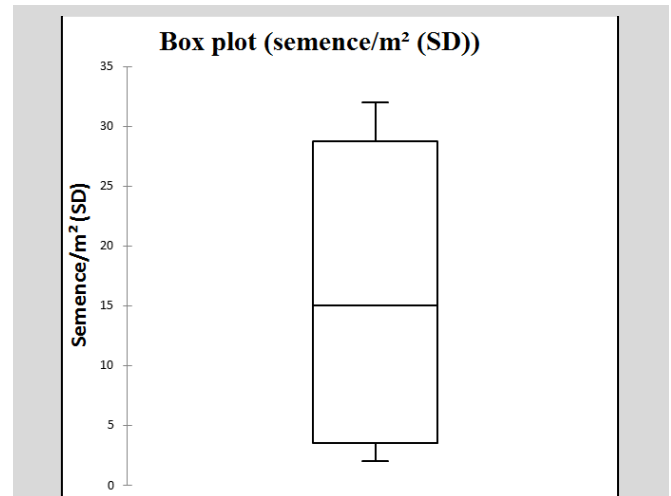


FIGURE 9b : Boîte à moustache correspondant au nombre de semences/m² en semis direct.

Figure 9b: Box plot corresponding to the number of seeds/m² in direct seeding.

Selon plusieurs auteurs (Bchareb *et al.*, 2016), la semelle de labour, malgré ses inconvénients connus, présente un seul avantage, qui est de priver toutes les adventices se trouvant au-dessous de cette dernière de germer.

2.8. Evaluation de la densité d'adventices de surface par rapport au stock semencier viable dans le sol, en fonction de la technique culturale adoptée

On rappelle que cette évaluation a été réalisée par la comparaison des adventices qui ont émergé du sol au stock semencier durant la deuxième année d'expérimentation.

L'analyse de la variance n'a pas révélé de différence significative entre les deux techniques culturales. (Tableau 8).

	Moyenne (Plant %)	Moyenne générale (Plant %)	Probabilité
Travail conventionnel	A 6,28	7,05	0,001***
Semis direct	A 7,83		

***: effet significatif, A, B, C ... : groupes de moyennes

TABEAU 8 : Effets des techniques culturales sur la densité d'adventices de surface par rapport au stock semencier viable dans le sol, pour tout l'horizon du sol (0-15 cm) (Résultats d'analyse de la variance et moyennes).

Table 8: Effects of cultivation techniques on surface weed density compared to viable seed stock in the soil, for all soil horizons (0-15 cm) (Analysis of variance results and means).

Nous avons obtenu une moyenne générale égale à 7,05 plants %, le semis direct et le travail conventionnel semblent présenter une moyenne identique.

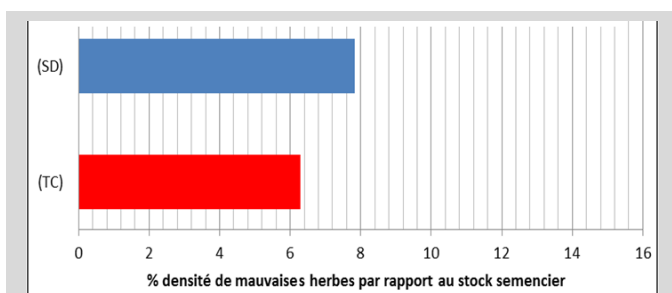


Figure 10 : Représentation de la densité d'adventices de surface par rapport au stock semencier viable dans le sol.

Figure 10 : Representation of surface weed density in relation to the viable seed stock in the soil.

Selon l'état initial du stock semencier (distribution, densité, espèces...), l'utilisation continue du travail superficiel peut conduire à de plus fortes infestations que le labour, si la production de semences est mal contrôlée par la lutte chimique. Si le stock semencier est très abondant, la réduction sera cependant limitée les premières années par le renouvellement régulier des semences permis par le labour.

Conclusion

La gestion des adventices est un enjeu crucial pour la culture de sorgho dans nos conditions pédoclimatiques, surtout si on cherche à favoriser le semis direct. On peut confirmer avec cette étude que le labour est très efficace pour la destruction des adventices. En réduisant les densités et biomasses de la population adventice, il limite la concurrence de ces adventices vis-à-vis de la culture et permet un meilleur développement de celle-ci. De plus, il enfouit le stock semencier des adventices en profondeur à long terme, contrairement au semis direct qui le laisse en surface. Il

constitue donc un outil intéressant de gestion des adventices, c'est de plus une pratique courante, demandant rarement des investissements supplémentaires et facile à appliquer.

Le traitement à l'herbicide a une importance primordiale dans la lutte contre les adventices dans les systèmes en semis direct, où la réussite du traitement conditionne en grande partie le bon développement du sorgho fourrager. En effet, la concurrence des adventices affecte la croissance du sorgho dont les tiges ont des diamètres et hauteurs largement supérieurs dans les parcelles traitées. On a ainsi enregistré des pertes de rendement considérables, allant jusqu'à 46 % sans traitement chimique, que ce soit en travail conventionnel ou en semis direct.

La gestion mécanique des adventices dans le sorgho est un défi à prendre très au sérieux, car la maîtrise des adventices deviendra de plus en plus difficile à l'avenir avec le développement continu de la résistance de ces dernières aux herbicides. Ajoutez à cela qu'il est très peu probable qu'un nouvel herbicide soit développé spécifiquement pour le sorgho, car il y a un manque de profit pour les entreprises de production de produits phytopharmaceutiques utilisés dans le sorgho par rapport aux herbicides utilisés dans les principales cultures.

Tenant compte de ce constat, et dans les conditions agro-pédologiques et climatiques propres à nos essais, le travail conventionnel combiné à la lutte chimique est le plus efficace sur le court terme, pour limiter au mieux les pertes du rendement du sorgho fourrager causées par la prolifération des adventices. Un faux semis avant le labour serait aussi très efficace, pour la réduction du stock d'adventices annuelles. Il est possible aussi de positionner un passage d'une houe rotative quelques jours après le semis, en ayant pris soin de semer un peu plus profondément. Ce type d'intervention peut s'avérer utile en cas de formation d'une croûte de battance suite à de forts abats d'eau avant la levée. Un (ou plusieurs) binage(s), avec buttage, peuvent être réalisés vers le stade 5-6 feuilles du sorgho.

En semis direct, la lutte chimique est la seule méthode utilisée par les agriculteurs algériens actuellement, pour éliminer les adventices. Il est de plus en plus difficile pour eux de contrôler ces adventices. En effet, le stock semencier de surface engendre une maîtrise difficile des adventices pendant au moins deux à trois campagnes. Par ailleurs, l'apparition d'adventices résistant aux herbicides rend de plus en plus difficile leur contrôle.

Une interdiction imminente du glyphosate en Algérie mettrait les agriculteurs adeptes du semis direct dans l'embarras, ces derniers n'ayant rien connu d'autre que ce système à base de glyphosate. Les alternatives herbicides au glyphosate sont très limitées, moins efficaces et plus coûteuses. La gestion efficace et rentable des adventices gênantes dans les grandes cultures sans glyphosate sera difficile et exigera de

nouvelles connaissances et compétences pour réussir la transition. Si le glyphosate est interdit, ce qui sera le cas en Algérie, la perte d'autres pesticides tels que le paraquat, le diquat ou le 2,4-D pourrait bientôt suivre. Par conséquent, les plans d'urgence ne devraient pas se concentrer uniquement sur un scénario de culture sans glyphosate, mais de manière plus générale sur l'agriculture avec une disponibilité en herbicides limitée. Pour atteindre cet objectif, il faudra des solutions alternatives viables pour gérer les adventices de manière efficace et rentable, à la fois à court et à long terme.

Une des solutions qui est quasiment négligée actuellement en Algérie est la couverture végétale des inter-cultures. Cette dernière, avec des couverts bien choisis, et la diversification des successions culturales, là encore définie de manière pertinente, sont les principaux leviers mobilisables pour réduire le développement des adventices, non seulement pendant les inter-cultures, mais également pendant les cultures. Le choix des espèces semées au sein du couvert végétal est un des leviers de gestion des adventices et prend aussi en compte d'autres objectifs du couvert que sont la structuration du sol par les racines ou la nutrition du sol par l'implantation de légumineuses par exemple.

Des travaux de référence réalisés en France ont montré les limites d'association à des légumineuses couramment cultivées en France métropolitaine (féverole, soja, vesce, pois...) (Chapot, 1990 ; Guimas *et al.*, 2015). Il faut donc que les agriculteurs algériens se penchent de plus en plus sur des méthodes innovantes qui commencent à faire leurs preuves en Afrique, en Amérique du Nord, et récemment en France, notamment les associations entre le maïs/sorgho ensilage et le lablab (*Lablab purpureus*) ou le cowpea (*Vigna unguiculata*).

D'autre part, en culture du sorgho fourrager, les ennuis commencent si l'interculture compte des adventices développées. Une piste de recherche est envisageable, elle vise à obtenir un sol propre en matière de graminées à l'entrée de l'hiver. Le couvert peut être semé juste après la moisson et détruit mécaniquement au plus tard le 15 octobre pour nettoyer le sol. En deux mois, ce couvert est efficace pour piéger les nitrates.

Enfin, la lutte contre les adventices pourra s'inspirer des méthodes utilisées en agriculture biologiques, qui sont basées sur la prévention qui débute par une bonne gestion de la rotation des cultures afin de limiter au maximum les adventices. Un faux semis est fait après le labour d'hiver, avec roulage pour que les adventices lèvent avant le semis des cultures. Cette opération est renouvelée deux à trois fois et le semis a lieu plus tardivement (une quinzaine de jours) qu'en agriculture conventionnelle, sur un sol plus chaud, afin que la levée soit rapide. Au quatrième ou cinquième jour après le semis a lieu un premier passage de herse-étrille à deux centimètres de profondeur pour ne pas compromettre la germination qui est en train de s'opérer. Ensuite, l'intervention mécanique avec la houe

doit être pratiquée au stade deux feuilles. Puis, dès l'apparition du stade trois à quatre feuilles, un premier binage très délicat, au plus près du rang, peut avoir lieu. Cette opération est à renouveler de deux à trois fois selon l'état des cultures et de l'herbe. C'est la phase la plus délicate du désherbage car la météo peut perturber les interventions. Le dernier passage est pratiqué au disque butoir afin d'enterrer l'herbe.

Article accepté pour publication le 09 avril 2021

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdelguerfi A., (2006, février). « Distribution et écologie de quelques Fabaceae spontanées d'intérêt pastoral et/ou fourrager en Algérie ». Workshop international « Diversité des fabacées fourragères et de leurs symbiotes : Applications Biotechnologiques, Agronomiques et Environnementales ». Alger.
- Abdelkrim H., (1995). *Contribution à la connaissance des groupements de mauvaises herbes des cultures du secteur algérois : Approche syntaxonomique et phénologique*. Thèse de doctorat, Université Paris-Sud, Centre d'Orsay.
- Barberi P., Lo Casio B., (2001). « Long-term tillage and crop rotation effects on weed seedbank size and composition ». *Weed research*. 41(4), 325-340.
- Barralis G., Chadoeuf R., Dessaint F., (1992). « Influence à long terme des techniques culturales sur la dynamique des levées au champ d'adventices ». IXème colloque internationale, Biologie, écologie, et systématique des mauvaises herbes, Dijon.
- Bentahar D., (2013). « Impact des techniques culturales sur le rendement du Sorgho fourrager ». Thèse Ing., ENSA, Alger.
- Charreau R., Nicou R., (1971). « L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche ouest africaine et ses incidences agronomiques ». *Bulletin de Liaison ORSTOM. Pédologie*, 1, 13-28.
- Chehat F., Bir A., (2008). « Le développement durable de systèmes d'élevage durables en Algérie : Contraintes et perspectives. » *Colloque international « Développement durable des productions animales : enjeux, évaluation et perspectives »*, organisé par l'ENSA, Alger, 20-21 avril 2008. 10 p.
- Cluzeau-Moulay S., Grillet J.-P., (2007). « Utilisation des produits phytosanitaires » Dans : Testud F., Grillet J.-P., *Produits phytosanitaires : Intoxication aiguës et risque professionnels* (p. 27-36). ESKA.
- Debaeke P., Orlando D., (1994). « Simplification du travail du sol et évolution de la flore adventice : conséquences pour le désherbage à l'échelle de la rotation ». In Monnier, G., Thevenet, G., Lesaffre, B. (eds.), *Simplification du travail du sol*, INRA.
- Delabays N., Mermillod G., Emmenegger J., (2000). « Influence de différentes méthodes de désherbage sur l'évolution du stock semencier d'un sol cultivé ». *Revue suisse d'agriculture*, 32, 15-20.
- Dorado J., Del Monte JP., López-Fando C., (1999). « Weed seedbank response to crop rotation and tillage in semiarid agroecosystems ». *Weed Science*, 47 (1), 67-73.
- Farooq M., Flower KC., Jabran K., Wahid A., Siddique KMH., (2011). « Crop yield and weed management in rainfed conservation agriculture ». *Soil and Tillage Research*, 117, 172-183.
- Giller K E., Witter E., Corbeels M., Tittonell B., (2009). « Conservation agriculture and smallholder farming in Africa: The heretics' view ». *Field Crops Research*, 114(1), 23-34.
- Hannachi A., (2010). *Etude des mauvaises herbes des cultures de la région de Batna : Systématique, Biologie et Ecologie*. Thèse de magister, Université Ferhat Abas Setif.
- Hannachi A., Fenni N., (2012). « Etude floristique et écologique des mauvaises herbes des cultures de la région de Batna (Algérie) ». *Revue Agriculture*, 5, 24 – 36.
- INVA., (2012). « Calendrier des opérations culturales. Institut national de la vulgarisation agricole ». <http://www.inva.dz/calendrier/Calendrier%20des%20OPs%20Cults%20.p df>.

- Le Bourgeois T., (1993). *Les mauvaises herbes dans la rotation cotonnière au Nord-Cameroun (Afrique). Amplitude D'habitat-Degré D'infestation*. Thèse de doctorat, Montpellier II.
- Lebreton G., Le Bourgeois T., (2005). « Analyse de la flore adventice de la lentille à Cilaos – Réunion ». Cirad- Ca, 20 p.
- Mayor J.P., Mermillod G., Emmenegger J., (1994). « Effet des méthodes de désherbage sur le stock semencier du sol et sur la flore adventice ». 5th EWRS Mediterranean Symposium, Perugia.
- Mbaye MS., (2013). *Association mil [Pennisetum glaucum (L.) R.Br] et niébé [Vigna unguiculata (L.) Walp.] : Arrangement spatiotemporel des cultures, structures, dynamique et concurrence de la flore adventice et proposition d'un itinéraire technique*. Thèse de Doctorat d'état, UCAD.
- Mesfine T., Abebe G., Al-Tawaha A.R.M., (2005). « Effect of reduced tillage and crop residue ground cover on yield and water use efficiency of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) under semi-arid conditions of Ethiopia ». *World Journal of Agricultural Sciences*, 1, 152-160.
- Mohammedi Z., (2018). « Effet des techniques culturales simplifiées et conventionnelles sur le rendement du blé dur au niveau du site expérimental de la ferme pilote de Cap Djenat. » 1ere Ecole d'hiver de formation sur « L'analyse de cycle de vie et l'Eco-conception ». Boumerdes.
- Muoni P.T., Rusinamhodzi L., Thierfelder C., (2013). « Weed control in conservation agriculture systems of Zimbabwe: Identifying economical best strategies ». *Crop Protection*, 53, 23-28.
- Nabi M., (2007). *Caractérisation chimique de la production fourragère de plusieurs variétés de graminées fourragères et d'une culture de trèfle d'Alexandrie*. Thèse de magister, Université de Blida.
- Nicou R., (1977). *Le travail du sol dans les terres exondées du Sénégal. Motivations, contraintes*, Bambey : ISRA, 52 p.
- Nicou R., Charreau C., Chopart J.L., (1993). « Tillage and soil physical properties in semi-arid West Africa ». *Soil and Tillage Research*, 27, 125-147.
- ONS., (2015). « ONS : Office National des Statistiques », consultable sur www.ons.dz
- Oudin L., Hervieu F., Michel C., Perrin C., Andréassian V., Anctil F., Loumagne C., (2005). « Which potential evapotranspiration input for a rainfall-runoff model? Part 2 - Towards a simple and efficient PE model for rainfall-runoff modelling ». *Journal of Hydrology*, 303(1-4), 290-306.
- Ould Aroussi K., (2016). *Impact des doses de semis sur les facteurs de rendement du sorgho fourrager*. Thèse, ENSA, Elharrach.
- Si Merabet M.N., (2015). *Impact des techniques culturales sur l'état structural du sol en vue de la mise en place de la culture du sorgho fourrager*. Thèse, ENSA, Elharrach.
- Stahlman P.W., Wicks G.A., (2000). « Weeds and their control in sorghum ». In: C.W. Smith and R.A. Fredricksen, *Sorghum: Origin, history, technology, and production*. John Wiley & Sons, New York, 535-590.
- Tanji A., Bouleb C., Hammoumi M., (1984). « Inventaire phytocologique des adventices de la betterave sucrière dans le Gharb (Maroc) ». *Weed Research*, 24, 391-399.
- Yélémou B., Dayamba S. D., Bambara D., Yaméogo G., Assimi S., (2013). « Soil carbon and nitrogen dynamics linked to Piliostigma species in ferugino-tropical soils in the Sudano-Sahelian zone of Burkina Faso, West Africa ». *Journal of Forestry Research*, 24(1), 99-108.
- Wiese A., Collier J., Clark L., Havelka U., (2017). « Effect of Weeds and Cultural Practices on Sorghum Yields. Weeds ». *Weeds*, 12(3), 209-211.